

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-207306

[ST.10/C]:

[JP2002-207306]

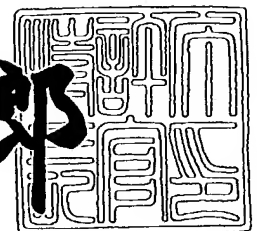
出 願 人
Applicant(s):

昭和電工株式会社
株式会社東芝

2003年 6月 3日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043046

【書類名】 特許願

【整理番号】 11H140220

【提出日】 平成14年 7月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/66

【発明の名称】 磁気記録媒体、その製造方法および磁気記録再生装置

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エイチ・デ
 ィー株式会社内

 【氏名】 清水 謙治

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エイチ・デ
 ィー株式会社内

 【氏名】 坂脇 彰

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エイチ・デ
 ィー株式会社内

 【氏名】 酒井 浩志

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝 青梅
 工場内

 【氏名】 彦坂 和志

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝 青梅
 工場内

 【氏名】 及川 壮一

【特許出願人】

 【識別番号】 000002004

【氏名又は名称】 昭和電工株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社東芝

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704938

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体、その製造方法および磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基板上に、少なくとも軟磁性層と、直上の膜の配向を制御するための配向制御膜と、中間膜と、磁化容易軸が前記基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜とが設けられ、

前記中間膜がCo合金であり、飽和磁化 M_s が20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の磁気記録媒体において、中間膜の飽和磁化 M_s が50 (emu/cc) 以上150 (emu/cc) 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1又は2記載の磁気記録媒体において、中間膜の厚さが2 nm以上30 nm以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1項記載の磁気記録媒体において、中間膜がCoCrPtBであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれか1項記載の磁気記録媒体において、中間膜のCr含有量及びB含有量の合計が、23 at %以上35 at %以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれか1項記載の磁気記録媒体において、中間膜のCr含有量及びB含有量の合計が、20 at %以上34 at %以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれか1項記載の磁気記録媒体において、中間膜の初期成長部分であるアモルファス構造部の厚さが、1 nm以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれか1項記載の磁気記録媒体において、配向制御膜がアモルファス構造であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項9】 請求項1ないし7のいずれか1項記載の磁気記録媒体において、配向制御膜が平均粒径3 nm以下の微細結晶構造を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項10】 非磁性基板上に、軟磁性層と、直上の膜の配向を制御するための配向制御膜と、中間膜と、磁化容易軸が前記基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜とを順次形成するに際して、

前記中間膜をCo合金により構成し、該中間膜の飽和磁化 M_s を20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下とすることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項11】 請求項1ないし9のいずれか1項記載の磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に情報を記録再生する単磁極ヘッドと、を備えたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気記録媒体、その製造方法、およびこの磁気記録媒体を備えた磁気記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の面内磁気記録では、記録ビットの微細化により高記録密度を実現しようとすると熱揺らぎが生じるという問題が発生する。

この問題を解決するために、近年、垂直磁気異方性を有する垂直磁気記録方式が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記裏打ち層を設けた磁気記録媒体を用いた場合でも、記録再生時の記録再生特性や、耐熱減磁耐性、記録分解能において満足できるものではなく、これらの特性に優れる磁気記録媒体が要望されていた。

公知の手法としては、中間層の組成をCoCrにTaやBを添加して結晶粒の微細化することにより記録再生特性を改善することが提案されている。しかしながら、非磁性材料を用いた場合には、熱揺らぎ耐性については十分に改善することができない。

【0004】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、記録再生特性、熱揺らぎ耐性を向上させ高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

本発明の磁気記録媒体は、非磁性基板上に、軟磁性層と、直上の膜の配向を制御するための配向制御膜と、中間膜と、磁化容易軸が前記基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜が設けられ、前記中間膜がCo合金であり、該中間膜の飽和磁化 M_s が20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下であることを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体においては、中間膜の飽和磁化 M_s が50 (emu/cc) 以上150 (emu/cc) 以下であることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体においては、中間膜の厚さが2 nm以上30 nm以下であることがより好ましい。

本発明の磁気記録媒体においては、中間膜がCoCrPtBであることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体においては、中間膜のCr含有量及びB含有量の合計が、23 at%以上35 at%以下であることがより好ましく、20 at%以上34 at%以下であることがさらに望ましい。

本発明の磁気記録媒体においては、中間膜の初期成長部分であるアモルファス構造部の厚さが、1 nm以下であることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体においては、配向制御膜がアモルファス構造である構成とすることができる。

本発明の磁気記録媒体においては、配向制御膜が平均粒径3 nm以下の微細結晶構造を有する構成とすることもできる。

【0006】

次に、本発明の磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基板上に、軟磁性層と、直

上の膜の配向を制御するための配向制御膜と、中間膜と、磁化容易軸が前記基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜とを形成するに際して、

前記中間膜をCo合金により構成し、該中間膜の飽和磁化 M_s を20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下とすることを特徴としている。

【0007】

次に、本発明の磁気記録再生装置は、先に記載の本発明の磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に情報を記録再生する単磁極ヘッドと、を備えたことを特徴としている。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施形態)

図1は、本発明の磁気記録媒体の第1の実施形態を示すもので、ここに示す磁気記録媒体は、非磁性基板1上に、軟磁性層2と、配向制御膜3と、中間膜4と、垂直磁気記録膜5と、保護膜6と、潤滑膜7とが順次形成されて構成されている。

【0009】

非磁性基板1としては、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属材料からなる金属基板を用いてもよいし、ガラス、セラミック、シリコン、シリコンカーバイド、カーボンなどの非金属材料からなる非金属基板を用いてもよい。

【0010】

ガラス基板としては、アモルファスガラス、結晶化ガラスがあり、アモルファスガラスとしては汎用のソーダライムガラス、アルミノケートガラス、アルミノシリケートガラスを使用できる。また、結晶化ガラスとしては、リチウム系結晶化ガラスを用いることができる。セラミック基板としては、汎用の酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素などを主成分とする焼結体や、これらの繊維強化物などが使用可能である。

非磁性基板1としては、上記金属基板、非金属基板の表面にメッキ法やスパッタ法を用いてNiP膜が形成されたものを用いることもできる。

【0011】

軟磁性層2は、ヘッドから出てくる磁束を基板垂直方向成分を大きくするためと、情報が記録される垂直磁気記録膜5の磁化を、より強固に基板1と垂直な方向に固定するために設けられているものである。この作用は特に、記録再生用の磁気ヘッドとして垂直記録用の単磁極ヘッドを用いる場合に、より顕著なものとなる。

【0012】

上記軟磁性層2は、軟磁性材料からなるもので、この材料としては、Fe、Ni、Coを含む材料を用いることができる。

この材料としては、FeCo系合金(FeCo、FeCoB、FeCoVなど)、FeNi系合金(FeNi、FeNiMo、FeNiCr、FeNiSiなど)、FeAl系合金(FeAl、FeAlSi、FeAlSiCr、FeAlSiTiRu、FeAlOなど)、FeCr系合金(FeCr、FeCrTi、FeCrCuなど)、FeTa系合金(FeTa、FeTaC、FeTaNなど)、FeMg系合金(FeMgOなど)、FeZr系合金(FeZrNなど)、FeC系合金、FeN系合金、FeSi系合金、FeP系合金、FeNb系合金、FeHf系合金、FeB系合金などを挙げることができる。

またFeを60at%以上含有するFeAlO、FeMgO、FeTaN、FeZrN等の微結晶構造、あるいは微細な結晶粒子がマトリクス中に分散されたグラニューラー構造を有する材料を用いてもよい。

【0013】

軟磁性層2の材料としては、上記のほか、Coを80at%以上含有し、Zr、Nb、Ta、Cr、Mo等のうち少なくとも1種を含有するCo合金を用いることができる。

この材料としては、CoZr、CoZrNb、CoZrTa、CoZrCr、CoZrMo系合金などを好適なものとして挙げることができる。

【0014】

軟磁性層2の保磁力Hcは100(Oe)以下(好ましくは20(Oe)以下)とするのが好ましい。

この保磁力 H_c が上記範囲を超えると、軟磁気特性が不十分となり、再生波形がいわゆる矩形波から歪みをもった波形になるため好ましくない。

【0015】

また、軟磁性層2の飽和磁束密度 B_s (T) と軟磁性層2の膜厚 t (nm) との積 $B_s \cdot t$ (T · nm) が50 (T · nm) 以上 (好ましくは80 (T · nm) 以上) であることが好ましい。この $B_s \cdot t$ が上記範囲未満であると、再生波形が歪みをもつようになり、OW特性が悪化するため好ましくない。

【0016】

軟磁性層2の最表面 (配向制御膜3側の面) は、軟磁性層2を構成する材料が部分的、あるいは完全に酸化されて構成されていることが好ましい。つまり、軟磁性層2の表面 (配向制御膜3側の面) およびその近傍に、軟磁性層2を構成する材料が部分的に酸化されるか、もしくは前記材料の酸化物を形成して配されていることが好ましい。

これにより、軟磁性層2の表面の磁気的な揺らぎを抑えることができるので、この磁気的な揺らぎに起因するノイズの低減して、磁気記録媒体の記録再生特性を改善することができる。

また、軟磁性層2上に形成される配向制御膜3の結晶粒の微細化して、記録再生特性を改善することができる。

【0017】

この軟磁性層2の表面の酸化された部分は、例えば軟磁性層2を形成した後、酸素を含む雰囲気中に曝す方法や、軟磁性層2の表面に近い部分を成膜する際のプロセス中に酸素を導入する方法により形成することができる。具体的には、軟磁性層2の表面を酸素に曝す場合には、酸素単体、あるいは酸素をアルゴンや窒素などのガスで希釈したガス雰囲気中に0.3~20秒程度保持しておけばよい。また、大気中に曝すこともできる。特に酸素をアルゴンや窒素などのガスで希釈したガスを用いる場合には、軟磁性層2表面の酸化の度合いの調節が容易になるので、安定した製造を行うことができる。また、軟磁性層2の成膜用のガスに酸素を導入する場合には、例えば成膜法としてスパッタ法を用いるならば、成膜時間の1部のみに酸素を導入したプロセスガスを用いてスパッタを行えばよい。こ

のプロセスガスとしては、例えばアルゴンに酸素を体積率で0.05%~50% (好ましくは0.1~20%) 程度混合したガスが好適に用いられる。

【0018】

配向制御膜3は、直上に設けられた中間膜4および垂直磁気記録膜5の配向性や粒径を制御するものである。

配向制御膜3の結晶構造としては、アモルファス構造又は平均粒径3nm以下の微細結晶構造であることが好ましい。配向制御膜3をアモルファス構造又は微細結晶構造とすることで、中間膜4の初期成長部分を1nm以下とすることができる。

中間膜4の初期成長部分の厚さは、断面部分をTEM(透過型電子顕微鏡)で観察し、TEM像で結晶が確認されない部分がアモルファス部分であると定義する。

【0019】

配向制御膜3の材料としては、例えば、Co合金やNi合金、Fe合金を挙げることができる。特に、Co及びFeと、Ta, W, Moとの合金が好ましい。

【0020】

配向制御膜3の厚さを0.5以上20nm(好ましくは1~10nm)とするのが好ましい。配向制御膜3の厚さが0.5~20nm(好ましくは1~10nm)の範囲であるとき、垂直磁気記録膜5の垂直配向性が特に高くなり、かつ記録時における磁気ヘッドと軟磁性層2との距離を小さくすることができるので、再生信号の分解能を低下させることなく記録再生特性を高めることができる。

この厚さが上記範囲未満であると、垂直磁気記録膜5における垂直配向性が低下し、記録再生特性および熱揺らぎ耐性が劣化する。

また、この厚さが上記範囲を超えると、垂直磁気記録膜5の垂直配向性が低下し、記録再生特性および熱揺らぎ耐性が劣化する。また記録時における磁気ヘッドと軟磁性層2との距離が大きくなるため、再生信号の分解能や再生出力の低下するため好ましくない。

【0021】

配向制御層3の成膜用のガスに、その上に設けられる垂直磁気記録膜を微細化

する目的で、酸素や窒素を導入してもよい。例えば、成膜法としてスパッタ法を用いるならば、プロセスガスとしては、アルゴンに酸素を体積率で0.05～50%（好ましくは0.1～20%）程度混合したガス、アルゴンに窒素を体積率で0.01～20%（好ましくは0.02～10%）程度混合したガスが好適に用いられる。

【0022】

中間膜4はCo合金であり、飽和磁化 M_s が20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下であることが好ましい。さらには、 M_s が50 (emu/cc) 以上150 (emu/cc) 以下であることがより好ましい。

中間膜4の材料としては、例えばCoCr合金やCoCr X_1 合金やCo X_1 合金 (X_1 : Pt, Ta, Zr, Ru, Nb, Cu, Re, Ni, Mn, Ge, Si, O, N, Bから選ばれる1種または2種以上) を用いるのが好適である。

さらにはCoCrPtBであることが好ましい。CoCrPtBの組成としては、CrとBの総量が23at%以上35at%以下であることが好適である。さらにCr含有量が20at%以上34at%以下であることが好ましい。

【0023】

中間膜4の M_s が20 (emu/cc) 未満であると、熱揺らぎの改善効果がないため好ましくない。

中間膜4の M_s が200 (emu/cc) を超えると、ノイズが増加して記録再生特性が悪化するため好ましくない。

【0024】

中間膜4の厚さは、垂直磁気記録膜5における磁性粒子の粗大化による記録再生特性の悪化や、磁気ヘッドと軟磁性層2との距離が大きくなることによる記録分解能の低下を起こさないようにするために、2nm以上30nm以下（好ましくは3nm以上20nm以下）とするのが好ましい。

中間膜4の厚さが2nm未満であると、熱揺らぎの改善効果が不十分であるため好ましくない。中間膜4の厚さが30nmを超えると、角型比RSが低下、垂直磁気記録膜の粒子の肥大化による記録再生特性が悪化するため好ましくない。

【0025】

中間膜4の初期成長部分の厚さは、1 nm以下であることが好ましい。

この中間膜4の初期成長部分の厚さは、磁気記録媒体の断面部分をTEMにより観察し、得られたTEM像で結晶が確認されない部分をアモルファス部分であると定義する。

特に、配向制御膜3としてアモルファス構造又は微結晶構造とすることにより、中間膜4の初期成長部分を1 nm以下とすることができる。

【0026】

垂直磁気記録膜は、その磁化容易軸が基板に対して主に垂直方向に向いたものであり、少なくともCoとPtを含む組成で、Msが250 (emu/cc)以上であることが好ましい。Msが250 (emu/cc)未満であると保磁力および残留磁化(Mr)と飽和磁化(Ms)の比Mr/Msが低下するため好ましくない。

特に、Co、Cr、Ptを含んだ材料からなり、Crの含有量が14 at%以上24 at%以下（好ましくは16 at%以上22 at%以下）、Ptの含有量が14 at%以上24 at%以下（好ましくは15 at%以上20 at%以下）であることが好ましい。

さらに、Bを0.1以上5 at%以下添加することが好ましい。これにより、磁性結晶粒径を低減することができ、記録再生特性を改善することが可能となる。

Crの含有量が14 at%未満であると、磁性粒子間の交換結合が大きくなり、その結果磁気クラスター径が大きくなり、ノイズが増大するため好ましくない。また、Crの含有量が24 at%を超えると、保磁力および残留磁化(Mr)と飽和磁化(Ms)の比Mr/Msが低下するため好ましくない。

Ptの含有量が14 at%未満であると、残留磁化(Mr)と飽和磁化(Ms)の比Mr/Msが低下し熱揺らぎ耐性が悪化するため好ましくない。また、Ptの含有量が24 at%を超えると、ノイズが増大するため好ましくない。

【0027】

CoPt合金においては、Cr、B以外にも任意の元素を添加することも可能である。特に限定されるものではないが、Ta、Mo、Nb、Hf、Ir、Cu

、Ru、Zr、W、Ndなどを挙げることができる。

【0028】

垂直磁気記録膜5は、CoPt合金以外にも、Co系合金（CoCr、CoB、Co-SiO₂等）とPd系合金（PdB、Pd-SiO₂等）の積層構造を用いることもできる。

【0029】

垂直磁気記録膜5の厚さは、5～50nm（好ましくは10～40nm）とするのが好ましい。垂直磁気記録膜5の厚さが上記範囲未満であると、再生出力が低下するため好ましくない。また、垂直磁気記録膜5の厚さが上記範囲を超えると、磁性粒子が肥大化し、記録再生特性が低下するため好ましくない。

【0030】

垂直磁気記録膜の保磁力は、2500（Oe）以上とすることが好ましい。保磁力が2500（Oe）未満の磁気記録媒体は、高記録密度には不適であり、また熱揺らぎ耐性にも劣るため好ましくない。

【0031】

垂直磁気記録膜の残留磁化（Mr）と飽和磁化（Ms）の比Mr/Msが0.9以上であることが好ましい。Mr/Msが0.9未満の磁気記録媒体は、熱揺らぎ耐性に劣るため好ましくない。

【0032】

垂直磁気記録膜の逆磁区核形成磁界（-Hn）は、0以上であることが好ましい。逆磁区核形成磁界（-Hn）が、0未満の磁気記録媒体は、熱揺らぎ耐性に劣るため好ましくない。

図2に示すように、逆磁区核形成磁界（-Hn）は、MH曲線において、磁化が飽和した状態から外部磁界を減少させる過程で外部磁界が0となる点a、保磁力である点bでのMH曲線を延長線と飽和磁化との接点における点cとすると、点aと点cとの距離（Oe）で表すことができる。

なお、逆磁区核形成磁界（-Hn）は、図2に示すように点cが外部磁界が負となる領域にある場合に正の値をとり、逆に、図3に示すように、点cが外部磁界が正となる領域にある場合に負の値をとる。

【0033】

垂直磁気記録膜は、結晶粒子の平均粒径が5～15nmであることが好ましい。

この平均粒径は、例えば垂直磁気記録膜5の結晶粒子をTEM（透過型電子顕微鏡）で観察し、観察像を画像処理することにより求めることができる。

【0034】

垂直磁気記録膜の $\Delta H_c / H_c$ は0.3以下であることが好ましい。

図4に示すように、 ΔH_c は、MH曲線において、負の最大残留磁化 $-M_s$ からのメジャー曲線と負の保磁力 $-H_c$ からのマイナー曲線との $M_s / 2$ における磁界強度の差である。 $\Delta H_c / H_c$ が0.3を超えると、粒径のばらつきがの悪化や、垂直配向性の悪化が生じ、記録再生特性および熱揺らぎ耐性が悪化するため好ましくない。

【0035】

保護膜6は垂直磁気記録膜の腐食を防ぐとともに、磁気ヘッドが媒体に接触したときに媒体表面の損傷を防ぐためのもので、従来公知の材料を使用でき、例えばC、 SiO_2 、 ZrO_2 を含むものが使用可能である。

保護膜6の厚さは、1～10nmとするのが望ましい。

潤滑剤7には、パーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸などを用いるのが好ましい。

【0036】

上記構成の磁気記録媒体を製造するには、基板1上に、軟磁性層2、配向制御膜3、中間膜4、垂直磁気記録膜5を順次、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティングなどにより形成する。次いで保護膜6を、好ましくはプラズマCVD法、イオンビーム法、スパッタリング法により形成する。

潤滑剤7を形成するには、ディッピング法、スピンコート法などの従来公知の方法を採用することができる。

【0037】

上記構成を備えた本発明の磁気記録媒体は、前記中間膜の飽和磁化 M_s が20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下とされていることで、記録再

生特性と熱揺らぎ耐性の両方を改善することができる。本発明者は上記範囲に中間膜の M_s を調整することで、顕著な効果が得られることを後述の実施例において検証しており、その詳細は（実施例）の項で述べる。

なお、熱揺らぎとは、記録ビットが不安定となり記録したデータの熱消失が起る現象をいい、磁気記録媒体装置においては、記録したデータの再生出力の経時的な減衰として現れる。

【0038】

図5は、本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態を示すもので、非磁性基板1と軟磁性層2との間に、磁気異方性が主に面内方向を向いた永久磁石膜8を設けた構成を示す断面図である。

永久磁石膜8にはCoSm合金や、CoCrX₂合金（X₂:Pt、Ta、Zr、Nb、Cu、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、NおよびBのうち1種または2種以上）を用いるのが好適である。

永久磁石膜8は、保磁力 H_c が500（Oe）以上（好ましくは1000（Oe）以上）であることが好ましい。

永久磁石膜8の厚さは、150nm以下（好ましくは70nm以下）であることが好ましい。永久磁石膜8の厚さが150nmを超えると、配向制御膜3の表面平均粗さ R_a が大きくなるため好ましくない。

永久磁石膜8は、軟磁性層2と交換結合しており、磁化方向が基板半径方向に向けられた構成とするのが好ましい。

永久磁石膜8を設けることにより、より効果的に軟磁性層2での巨大な磁区の形成を抑えることができるので、磁壁によるスパイクノイズの発生を防止して、記録再生時のエラーレートを十分に低くすることができる。

永久磁石膜8の配向を制御するために、非磁性基板1と永久磁石膜8との間にCr合金材料やB2構造材料を用いてもよい。

【0039】

以上の構成の磁気記録媒体を製造するには、基板1上にスパッタ法やメッキ法などにより、軟磁性層2を形成し、その後必要に応じてこの軟磁性層2の表面を酸化処理を施し、次いで配向制御膜3、中間膜4、垂直磁気記録膜5をスパッタ

法などにより形成し、次いで保護膜6をCVD法、イオンビーム法、スパッタ法などにより形成する。次いで、ディッピング法、スピコート法などにより潤滑膜7を形成する。そして、上記磁気記録媒体の製造方法において、基板1と軟磁性層2との間に永久磁石膜8を形成する工程を含むものである。

【0040】

(磁気記録再生装置)

図6(a)は、上記磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置の例を示すものである。ここに示す磁気記録再生装置は、複数の磁気記録媒体9と、磁気記録媒体9を回転駆動させる媒体駆動部10と、磁気記録媒体9に情報を記録再生する磁気ヘッド11と、ヘッド駆動部12と、記録再生信号処理系13とを備えている。記録再生信号処理系13は、入力されたデータを処理して記録信号を磁気ヘッド11に送ったり、磁気ヘッド11からの再生信号を処理してデータを出力することができるようになっている。

磁気ヘッド11としては、垂直記録用の単磁極ヘッドを例示することができる。

図6(b)に示すように、この単磁極ヘッドとしては、主磁極11aと、補助磁極11bと、これら連結部11cに設けられたコイル11dとを有する構成のものを好適に用いることができる。

【0041】

上記磁気記録再生装置によれば、上記磁気記録媒体9を用いるので、熱揺らぎ耐性および記録再生特性を高めることができる。従って、データ消失などのトラブルを未然に防ぐとともに、高記録密度化を図ることができる。

【0042】

【実施例】

以下、実施例を示して本発明の作用効果を明確にする。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(実施例1)

洗浄済みのガラス基板(オハラ社製、外形2.5インチ)をDCマグネトロンスパッタ装置(アネルバ社製C-3010)の成膜チャンバ内に収容して、到達

真空度 1×10^{-5} Pa となるまで成膜チャンバ内を排気した後、このガラス基板上に 89Co-4Zr-7Nb のターゲットを用いて 180 nm の軟磁性層 2 をスパッタリングにより成膜した。この膜の飽和磁束密度 B_s (T) と膜厚 t (nm) の積 $B_s \cdot t$ (T · nm) が 200 (T · nm) であることを振動式磁気特性測定装置 (VSM) で確認した。

次いで、基板を 240℃ に加熱して、上記軟磁性層上に、50Co-50W ターゲットを用いて 8 nm の配向制御膜 3 を形成し、65Co-25Cr-10Pt-7B ターゲットを用いて 10 nm の中間膜 4、64Co-17Cr-17Pt-2B ターゲットを用いて 20 nm の垂直磁気記録膜 5 を順次形成した。なお、上記スパッタリング工程においては、成膜用のプロセスガスとしてアルゴンを用い、圧力 0.6 Pa にて成膜した。58Co-25Cr-10Pt-7B の飽和磁化 M_s は 120 (emu/cc) であることを振動式磁気特性測定装置 (VSM) で確認した。TEM 像により 58Co-25Cr-10Pt-7B の初期成長部分は 0.5 nm であることを確認した。

次いで、CVD 法により 5 nm の保護膜 6 を形成した。

次いで、ディッピング法によりパーフルオロポリエーテルからなる潤滑膜 7 を形成し、磁気記録媒体を得た。この磁気記録媒体の記録再生特性および熱揺らぎ耐性の結果を表 1 に示す。

【0043】

(比較例 1)

中間膜 4 を設けないこと以外は実施例 1 と同様に作製した。

【0044】

(実施例 2～5)

中間膜 4 の M_s を表 1 に示すとおりとした以外は実施例 1 と同様に作製した。

(表 1 参照)

【0045】

(比較例 2～5)

中間膜 4 の M_s を表 1 に示すとおりとした以外は実施例 1 と同様に作製した。

(表 1 参照)

【 0 0 4 6 】

これら実施例および比較例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。記録再生特性の評価は、G U Z I K 社製リードライトアナライザ R W A 1 6 3 2、およびスピンスタンド S 1 7 0 1 M P を用いて測定した。

記録再生特性の評価には、書き込みをシングルポール磁極、再生部に G M R 素子を用いたヘッドを用いて、記録周波数 6 0 0 k F C I にて測定した。

熱揺らぎ特性の評価は、7 0 ℃ の条件下で記録周波数 5 0 k F C I にて書き込みをおこなった後の再生出力の減衰率を $\{(S - S_0) \times 100 / S_0\} / 3$ に基づいて算出した。この式において、 S_0 は磁気記録媒体に書き込み後 1 秒経過時の再生出力を示し、 S は 1 0 0 0 秒後の再生出力を示す。

これらの試験結果を表 1 に示す。

【 0 0 4 7 】

【表1】

	軟磁性下地膜		配向制御膜		中間膜		第1垂直磁気記録膜		記録 再生 特性 SNR (dB)	熱 揺らぎ (% decade)
	組成 (at%)	Bs × t (T·nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)		
実施例1	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.8	-0.6
実施例2	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	56Co-28Cr-10Pt-6B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.5	-0.9
実施例3	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	57Co-28Cr-10Pt-5B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.6	-0.7
実施例4	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	59Co-25Cr-10Pt-6B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.8	-0.4
実施例5	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	61Co-23Cr-10Pt-6B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.2	-0.5
比較例1	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	***	***	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	18.9	-2.1
比較例2	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	60Co-40Cr	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	19.7	-1.7
比較例3	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	43Co-40Cr-10Pt-7B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.1	-1.8
比較例4	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	54Co-30Cr-10Pt-6B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.2	-1.5
比較例5	89Co-47r-7Nb	200	CoW	8	63Co-21Cr-10Pt-6B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	19.6	-0.7

表1より、中間膜のMsが20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下である実施例は比較例に対して記録再生特性、熱揺らぎ耐性とも向上することができた。

【0049】

(実施例6～9)

中間膜4の組成を表2に示すとおりとした以外は実施例1と同様に作製した。

(表2参照)

【0050】

【表2】

	軟磁性下地膜		配向制御膜		中間膜		第1垂直磁気記録膜		記録 再生 特性 SNR (dB)	熱 揺らぎ (% decade)
	組成 (at%)	Bs × t (T・nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	Ms (emu/cc)	組成 (at%)	厚さ (nm)	
実施例1	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.6
実施例6	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	74Co-26Cr	10	115	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.7
実施例7	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	66Co-24Cr-10Ru	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.6
実施例8	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	59Co-27Cr-14Pt	10	110	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.7
実施例9	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	61Co-27Cr-6Pt-6B	10	100	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.7

表2より、中間膜4がCo合金であり、Msが20 (emu/cc) 以上200 (emu/cc) 以下であれば、優れた記録再生特性、熱揺らぎ耐性を得られることがわかる。中間膜4がCoCrPtBであると特に優れた記録再生特性、熱揺らぎ耐性を得られることがわかる。

【0052】

(実施例10～15)

中間膜4の厚さを表3に示すとおりとした以外は、実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した。(表3参照)

【0053】

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表3に示す。

【0054】

【表3】

	軟磁性下地膜		配向制御膜		中間膜		第1垂直磁気記録膜		記録 再生 特性 SNR (dB)	熱 揺らぎ (%/decade)
	組成 (at%)	Bs × t (T・nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	Ms (emu/cc)	組成 (at%)	厚さ (nm)	
実施例1	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.6
実施例10	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	2	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.9
実施例11	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	3	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.7
実施例12	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	18	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.6
実施例13	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	28	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-0.8
実施例14	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	1	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-1.4
実施例15	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	35	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-1.4

表 3 より、中間膜の厚さが 2 (nm) 以上 3 0 (nm) 以下である磁気記録媒体は優れた記録再生特性、熱揺らぎ耐性であることがわかる。特に中間膜の厚さが 3 (nm) 以上 2 0 (nm) 以下である磁気記録媒体は優れた特性である。

【 0 0 5 6 】

(実施例 1 6 ~ 2 2)

配向制御膜 3 の構成材料及び厚さを表 4 に示すとおりとした以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。(表 4 参照)

【 0 0 5 7 】

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 4 に示す。

【 0 0 5 8 】

【表4】

	軟磁性下地膜		配向制御膜		中間膜			第1垂直磁気記録膜		記録 再生 特性 SNR (dB)	熱 揺らぎ (% decade)
	組成 (at%)	Bs × t (T·nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	Ms (emu/cc)	組成 (at%)	厚さ (nm)		
実施例1	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.8	-0.6
実施例16	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	1	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.6	-0.7
実施例17	89Co-4Zr-7Nb	200	CoW	18	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.4	-0.7
実施例18	89Co-4Zr-7Nb	200	FeTa	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.7	-0.6
実施例19	89Co-4Zr-7Nb	200	CoMo	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.6	-0.7
実施例20	89Co-4Zr-7Nb	200	FeMo	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.5	-0.8
実施例21	89Co-4Zr-7Nb	200	NiNb	8	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.3	-0.9
実施例22	89Co-4Zr-7Nb	200	Ru	10	58Co-25Cr-10Pt-7B	10	120	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	20.1	-1.0

【0059】

表4より、配向制御膜がアモルファス構造又は微細結晶構造である磁気記録媒

体は、特に優れた記録再生特性、熱揺らぎ耐性を有することがわかる。

【0060】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明の磁気記録媒体にあっては、非磁性基板上に、少なくとも軟磁性層と直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、中間膜と磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜が設けられ、前記中間膜の飽和磁化 M_s が 20 (emu/cc) 以上 200 (emu/cc) 以下であることにより、熱揺らぎ耐性、記録再生特性ともに向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の磁気記録媒体の第1の実施形態を示す1部断面図である。

【図2】 逆磁区核形成磁界 $(-H_n)$ の一例を示す説明図である。

【図3】 逆磁区核形成磁界 $(-H_n)$ の他の例を示す説明図である。

【図4】 $\Delta H_c / H_c$ の一例を示す説明図である。

【図5】 本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態を示す1部断面図である。

【図6】 本発明の磁気記録再生装置の一例を示す概略図であり、(a)は全体構成を示し、(b)は磁気ヘッドを示す。

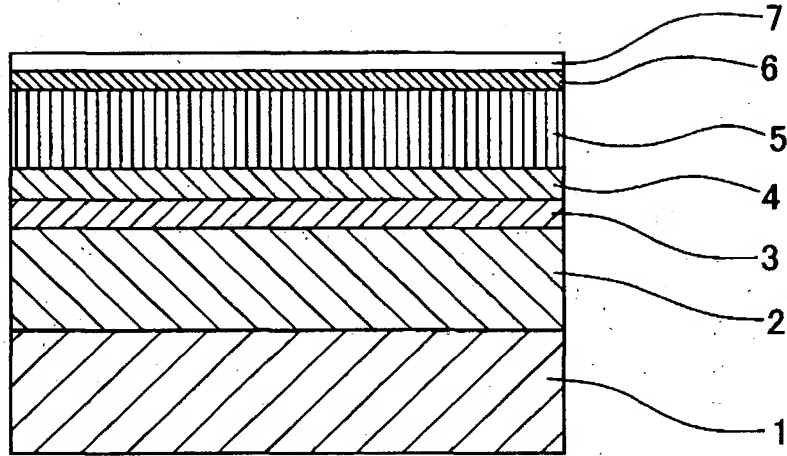
【符号の説明】

1…非磁性基板、2…軟磁性層、3…配向制御膜、4…中間膜、5…垂直磁気記録膜、6…保護膜、7…潤滑膜、8…永久磁石膜、9…磁気記録媒体、10…媒体駆動部、11…磁気ヘッド、11a…主磁極、11b…補助磁極、11c…連結部、11d…コイル、12…ヘッド駆動部、13…記録再生信号処理系

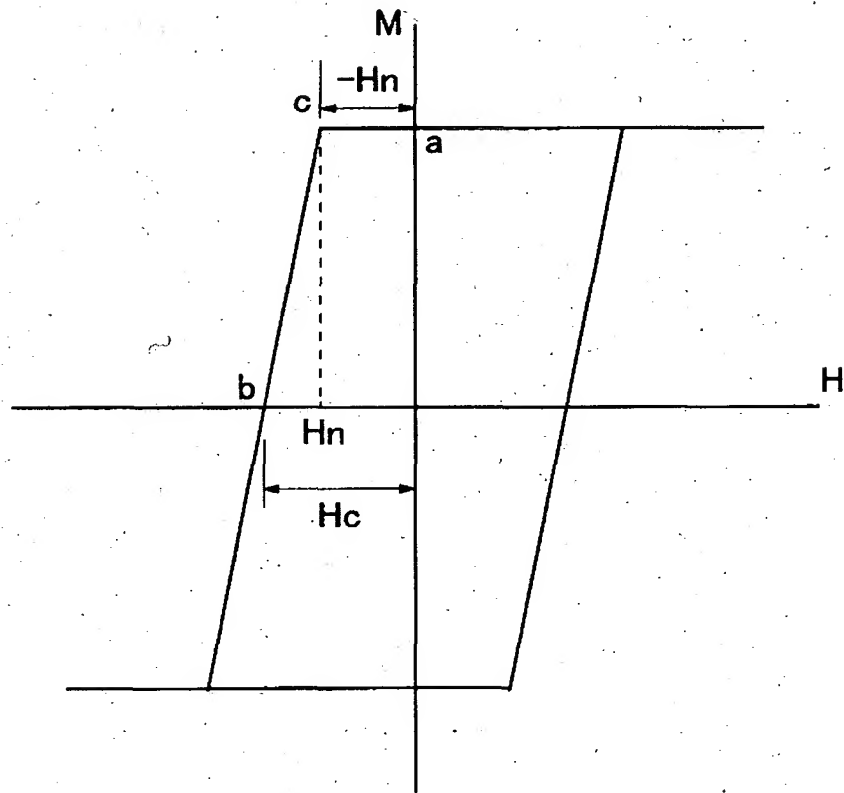
【書類名】

図面

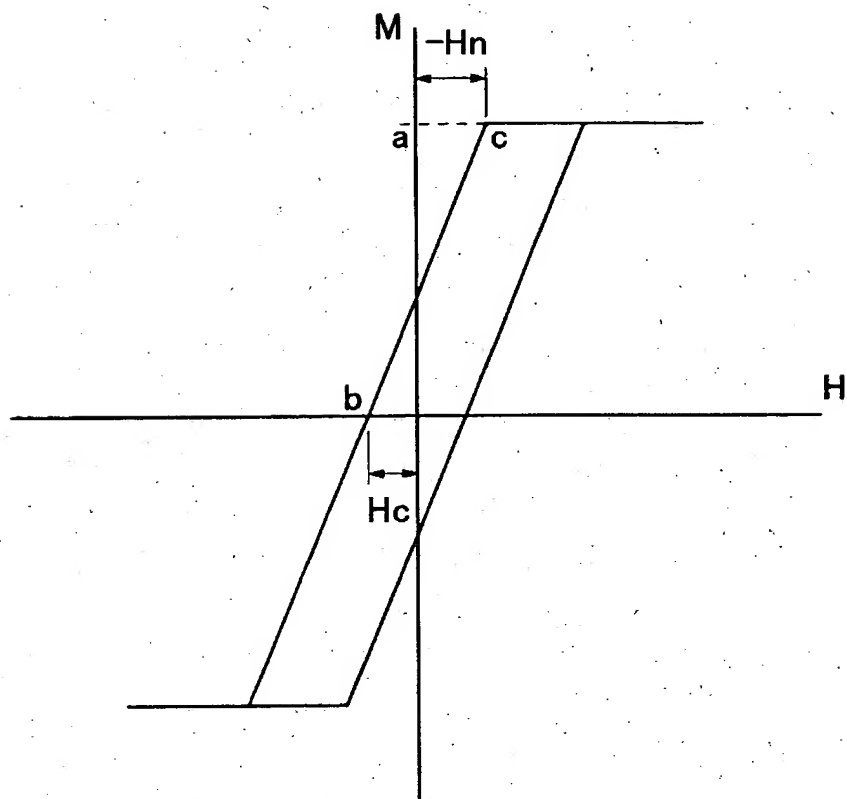
【図 1'】



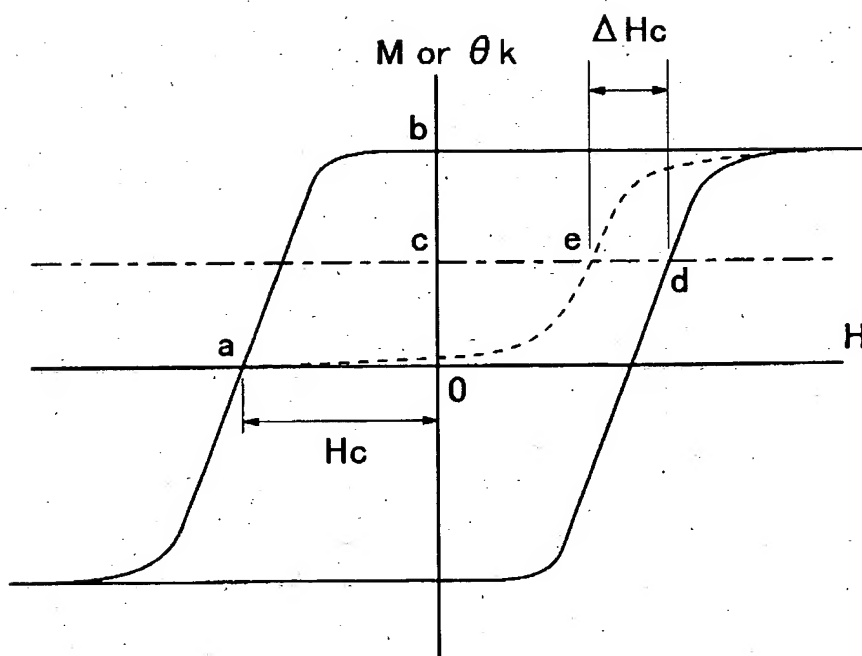
【図 2】



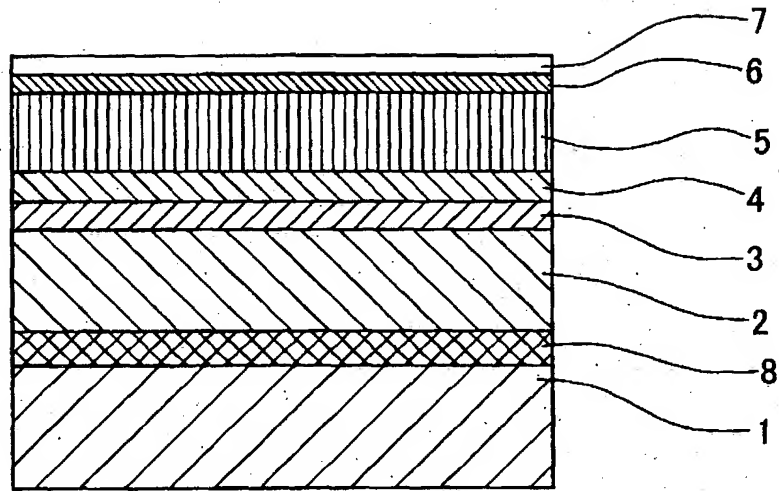
【図 3】



【図 4】

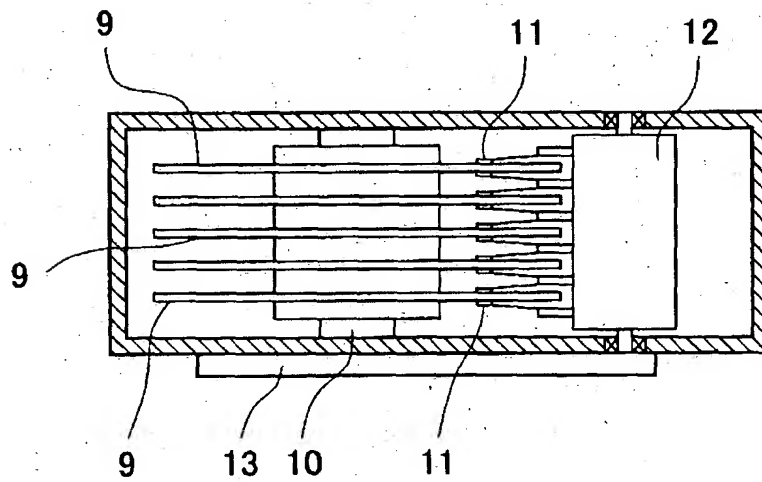


【図5】

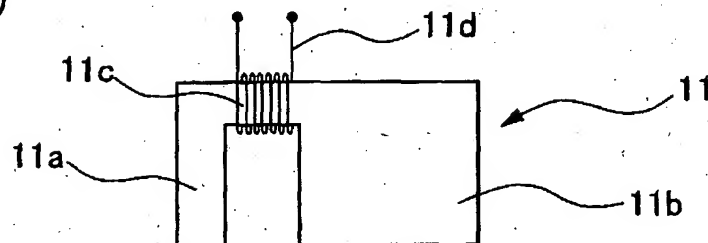


【図6】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記録再生特性、熱揺らぎ耐性を向上させ高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】 非磁性基板 1 上に、軟磁性層 2 と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜 3 と、中間膜 4 と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜 5 と、保護膜 6 とが設けられ、前記中間膜 4 の飽和磁化 M_s が 20 (emu/cc) 以上 200 (emu/cc) 以下であることを特徴とする磁気記録媒体およびその製造方法、並びに磁気記録再生装置。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-207306
受付番号	50201042884
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成14年 7月17日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002004
【住所又は居所】	東京都港区芝大門1丁目13番9号
【氏名又は名称】	昭和電工株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	000003078
【住所又は居所】	東京都港区芝浦一丁目1番1号
【氏名又は名称】	株式会社東芝

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

認定・付加情報（続き）

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 村山 靖彦

出願人履歴情報

識別番号

[000002004]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝大門1丁目13番9号

氏 名 昭和電工株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝